

燃料电池及其在汽车上的应用^①

王宇琳, 沈颖刚, 何保红

(昆明理工大学 交通学院, 云南 昆明 650051)

摘要 系统的论述了燃料电池的工作原理、特点及世界各国燃料电池应用情况. 随着燃料电池技术的进步, 生产成本的大幅度降低, 燃料电池最终将改变世界汽车产业的结构.

关键词: 燃料电池; 汽车; 发动机

中图分类号: U262.13 文献标识码: A 文章编号: 1007-855X(2002)01-099-04

0 引言

随着工业化的深入发展, 人类对能源的需求量日益加剧. 而环境污染日益严重, 又迫使人们对能源品质的要求变得越来越高. 燃料电池(Fuel Cell)作为一种新型能源, 以其高效率、低污染的优良性能引起了人们的重视, 得到了高速的发展.

燃料电池是一种把燃料氧化所产生的化学能直接转换为电能的“发电装置”, 在 20 世纪 60 至 70 年代, 美国开始将燃料电池用于航天飞机上, 进入 20 世纪 80 年代以来, 燃料电池又逐渐应用到潜艇上作为动力源, 以后又向汽车方向上发展.

燃料电池等温地按电化学反应式直接将贮存在燃料和氧化剂中的化学能转化为电能, 它能够使用多种燃料, 可以是石油燃料, 也可以是包括再生燃料在内的几乎所有含氢元素的燃料, 具有较好的燃料适应性. 燃料转化为氢后, 以氢作为燃料电池的燃料, 进一步转化为电能. 燃料电池常用的氧化剂为纯氧、净化空气和液体(如过氧化氢和硝酸的水溶液). 由于其能量转换不经过热机过程, 因而能量转化效率高, 可达到 40%~60% 左右, 同时, 其产物仅为水和少量的二氧化碳(CO₂), 不会产生氢氧化物、碳氢化合物及一氧化碳等有害气体排放. 燃料电池在运行过程中, 不需要有复杂的机械传动装置, 因此也就不需要润滑剂, 也不会有振动和噪音.

1 燃料电池工作原理

燃料电池的工作原理与普通电池基本相同, 也是通过电化学反应把物质的化学能转变为电能. 所不同的是, 传统电池是事先填充好内部物质, 化学反应结束后, 不能再释放出电能; 而燃料电池进行化学反应所需的物质是由外部不断填充的, 只要供应燃料, 就能源源不断地输出电能和热能.

图 1 为一种燃料电池的结构示意图. 从燃料电池一侧的正极输入氢气, 另一侧的负极输入氧或空气, 在正极与负极之间充满电解质.

氢燃料输入进燃料电池的正极, 氧(或空气)进入燃料电池的负极, 在催化剂的作用下, 氢原子分裂成一个质子和一个电子, 它们通过不同的路径到达负极, 从而产生可利用的电流, 同时氢和氧重新结合形成水分子.

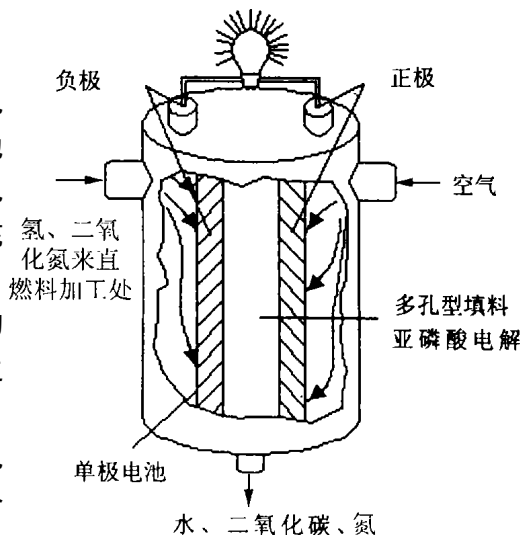
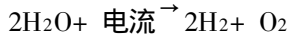


图 1 一种燃料电池的结构示意图

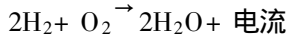
① 收稿日期: 2001-04-18;

第一作者简介: 王宇琳, 男, 1973 年生, 在读硕士研究生; 主要研究方向: 内燃机工作过程.

燃料电池的基本工作原理是水在电解时的热动力的可逆性:



或



负极反应: $2\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

正极反应: $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

其中氢的来源则是由燃料电池系统中的燃料转换装置所提供, 该装置将天然气、甲醇或者汽油等烃类燃料自处理后转换为氢气。

2 世界各国燃料电池在汽车上的应用与发展

燃料电池的出现为能源利用、环境保护、汽车产业发展带来了革命性的突破。目前, 世界上几乎所有大的汽车厂家都在自立开发或联合研制燃料电池汽车, 各厂家不断推出不同的燃料电池样车, 在各大汽车展上出尽风头, 并逐步进入商业化发展。

2.1 美国燃料电池汽车的发展

美国通用汽车公司计划开发在轿车上使用的甲醇燃料电池, 采用甲醇经过重整产生氢气作为燃料。燃料电池的输出功率 45~69 kW, 起动时间 30 s, 耐久性为 5 000 h 或 16 万 km。

美国能源部与福特汽车公司共同投资 1500 万美元开发燃料电池, 计划从汽油中制取氢燃料, 其燃烧效率比内燃机高出近一倍, 希望能够在 2003 年研制出装有此种燃料电池系统的电动汽车。该公司开发的另一种燃料电池则是采用航天飞机所用的燃料电池, 用高压储存箱储存的氢气作为燃料电池的燃料, 车身用铝、铁以及轻型复合材料制造, 可以有效地减轻电动汽车的整备质量。

克莱斯勒汽车公司开发了在轿车上使用的燃料电池, 采用汽油经过重整处理产生的氢气作为燃料电池的燃料。燃料电池的输出功率 50 kW, 起动时间 30 s, 过渡响应时间 7 s, 耐久性 5 000 h 或 160 万 km。其连续行驶里程可由汽油的装载量来定, 能够达到内燃机汽车的效果, 该公司发明的燃料电池电动汽车在上面装有由燃烧器、汽化器组成的燃料处理系统、部分氧化处理系统(POX)、燃料电池、汽油箱和电子控制系统。

2.2 德国燃料电池的发展

戴姆勒——奔驰汽车公司和世界上最大的燃料电池供应商——加拿大巴莱特(Ballard)动力系统公司共同投资 4.7 亿美元用于开发燃料电池。1996 年开发了在 NECAR II 型汽车上使用的两个质子交换膜的燃料电池堆, 采用高压储存箱储存的氢气作为燃料电池的燃料, 采用新型质子交换膜和对燃料电池气体通道几何形状进行优化, 并采用新型质子交换膜, 将燃料电池的单元电池做得很薄, 从而使由 150 个单元电池组成燃料电池组的功率质量有了大幅度的提高, 燃料电池的输出功率 50 kW, 电动汽车的最高车速为 110 km/h, 续驶行程为 250 km。

2.3 日本燃料电池

日本政府 90 年代以来出资 5 000 万美元, 资助日本电池公司研究开发电动汽车用的燃料电池, 先后开发了熔融碳酸盐燃料电池、磷酸燃料电池和质子交换膜燃料电池(PEMFC)等燃料电池。

丰田汽车公司于 1996 年开发的在轿车上使用的质子交换膜燃料电池, 采用吸附合金储存的氢气作为燃料电池的燃料。燃料电池的输出功率为 10 kW, 最高车速为 110 km/h, 续驶行程为 250 km。

马自达汽车公司 1993 年开发了在 Cart 车上使用的燃料电池, 采用吸附合金储存氢气作为燃料电池的燃料。燃料电池的输出功率 8 kW, 起动时间 2~3 s, 最高车速 20 km/h。

2.4 其它国的燃料电池的应用

法国在电动汽车上采用“远程”燃料电池, 以低温存储的氢作为燃料, 所产生的功率达到 30 kW, 电压为 90 V. 这种电动汽车装有制动和下坡反馈电能的蓄电池, 可以为电动汽车启动或加速时提供过载电流.

英国在 1968 年甲醇燃料电池采用联氨为燃料, 其联氨—空气燃料电池组的功率达到 15 kW, 所装电动汽车的最高车速达到 85 km/h. 英国能源部正在进行固体氧化物燃料电池、质子交换膜燃料电池等燃料电池的开发, 并进入商业化生产.

表 1 燃料电池的研究开发情况及在汽车上应用

国家	研究机构	电池种类	燃料种类	电池功率/kW	应用情况
	GM Allison gas engine Corp.		H ₂	25	电动汽车动力电源
美国	Booz, Allen and Hamilton Inc.	PAFC	甲醇、天然气	50~ 100	公共汽车辅助动力电源
	Los Alamos and United technology Corp.	PEMFC	甲醇	25~ 100	电动汽车动力电源
加拿大	Ballard Power System(BPS)	PEMFC	H ₂ 、甲醇	600	公共汽车动力电源
	Siemens	AFC	H ₂ 、乙二醇		电动轿车动力电源
德国	Diamler Benz	PEMFC	H ₂ 、甲醇		潜艇动力电源
	Telefunken AEC	PAFC	煤气		
	Johnson Mant hey	PAFC	煤气		
英国	Loughborough of Technology	PEMFC	H ₂		
	Cambridge Univ	AFC	H ₂ 、甲醇	6	电动轿车、插电辅助电源
意大利	Volat Project	PEMFC	H ₂ 、甲醇	10	电动轿车动力电源
	丰田汽车公司	PEMFC	H ₂	10~ 20	电动轿车动力电源
日本	富士电机公司	PAFC	H ₂ 、甲醇	50~ 100	电动轿车动力电源
	三洋电气公司	PAFC	H ₂ 、甲醇		电动轿车样车动力电源
	中国科学院大连化	PEMFC	H ₂	0.5~ 5	新型电源
中国	学物理研究所燃料	AFC	H ₂		新型电源
	电池工程中心	MCFC	H ₂		新型电源

3 中国燃料电池的开发及应用

我国早在 20 世纪 60 年代中期就开始了燃料电池的研究. 20 世纪 70 年代初由于宇航事业的推动, 中国燃料电池的研究曾呈现出第一次高潮. 其间中国科学院大连化学物理研究所研制成功的两种类型的碱性石棉膜型氢氧燃料电池系统均通过了例行的航天环境模拟试验. 到 90 年代中期, 由于燃料电池技术列入“九五”科技攻关计划, 中国进入了第二个燃料电池研究高潮. 以大连化学物理研究所为牵头单位, 在中国全面开展了质子交换膜燃料电池的电池材料与电池系统的研究, 并组装了多台百瓦、1 kW~ 2 kW, 5 kW 和 25 kW 电池组与电池系统. 其中, 5 kW 电池组包括内增湿部分其重量比功率、体积比功率都有很大的改善. 表 1 为燃料电池的研究开发情况及在汽车上应用.

4 结束语

近年来, 由于城市大气污染和全球温室效应的加剧以及世界石油价格的不断攀升, 内燃机发展面临着

越来越严峻的冲击和挑战,在不断增长的压力下,汽车行业一直没有停止过包括燃料电池汽车、电动汽车、天然气汽车、液化石油气汽车、混合动力汽车以及酒精和甲醇汽车技术的开发。

燃料电池以其具有较高的能量转化效率,极少的排放污染,安静、可靠的优良特性而越来越受到人们的重视。燃料电池技术的不断成熟,大规模商品化的开发应用,可望大幅度降低燃料电池的生产成本,从而为广大汽车用户所接受,并将改变世界汽车的产业结构。

参考文献:

- [1] 衣宝廉. 21 世纪清洁能源——燃料电池[J]. 科技博览, 2000; 26(5): 26~ 27.
- [2] 宋慧. 电动汽车燃料电池[J]. 世界汽车, 2000; 9(4): 9~ 13.
- [3] Terry R. Galloway. Converting NASA Space Colony Wastes Into Energy With Steam - Reforming[J]. SAE Transactions Journals of Aerospace, 1997. 478~ 487.
- [4] Rob Adams. Patents and Alternatively Powered Vehicles[J]. SAE Transactions Journal of Passenger Cars, 1998. 1742~ 1746.
- [5] Robert R. Wimmer and James Fletcher. Emission Testing of a Hybrid Fuel Cell Bus[J]. SAE Transactions Journal of Fuels and Lubricants, 1998. 367~ 376.
- [6] 上海市能源研究会. 能源技术手册[S].
- [7] 中国新能源和可再生能源[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991. 113~ 117.

Fuel Cell and Its Application in Automobile Industry

WANG Yu- lin, SHEN Ying- gang, HE Bao- hong

(The Faculty of Traffic Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051, China)

Abstract The running principle, the character and the application of fuel cell in the world are described. With the development of the technology and the decreasing cost of fuel cell, the structure of automobile industry will be changed by fuel cell in the future.

Key words: fuel cell; automobile; engine